

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra telekomunikační techniky

# **Návrh a realizace dálkového ovládání kamery přes rozhraní LANC**

## **Remote Controller for a Camcorder with LANC Interface**

# Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Kasperek**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2601R013 Telekomunikační technika

Téma: **Návrh a realizace dálkového ovládání digitální kamery přes rozhraní LANC**  
**Remote Controller for a Camcorder with LANC Interface**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Navrhněte a realizujte drátové a bezdrátové dálkové ovládání digitální kamery přes rozhraní LANC.

1. Popište LANC rozhraní.
2. Navrhněte dálkové ovládání kamery napájené přes LANC rozhraní se signalizací stavu kamery pomocí LED. Zaměřte se na miniaturizaci a minimální spotřebu navrženého dálkového ovládání.
3. Navrhněte ochranný kryt pro dálkové ovládání včetně jeho realizace pomocí 3D tisku.
4. Funkčnost navrženého ovladače otestujte na kamerách po dohodě s vedoucím práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

[1] BOEHMEL, Manfred. *The Sony LANC protocol [online]*. [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <http://www.boehmel.de/lanc.htm>

[2] MARGOLIS, Michael. *Arduino cookbook*. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly, c2012. ISBN 978-1-449-31387-6.

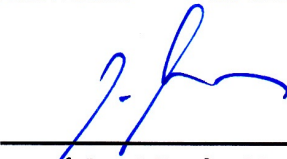
[3] PROKOP, Daniel. *Ovládání digitální kamery pomocí LANC a Sony proprietárního AV/R rozhraní*. Ostrava, 2015. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Fakulta elektrotechniky a informatiky. Vedoucí práce Ing. Jan Skapa, Ph.D.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Skapa, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2019

  
prof. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.  
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 25. dubna 2019

.....

Rád bych poděkoval Ing. Jan Skapa, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.



## **Abstrakt**

Cílem mé práce je navrhnout a realizovat bezdrátové dálkové ovládání videokamery, která bude komunikovat pomocí LANC rozhraní s tím, že navržené ovládání by mělo mít signalizaci stavu videokamery pomocí RGB LED diody a tlačítka pro ovládání.

V rámci stanoveného cíle budu tvořit funkční ovladač, který zohlední potřebnou miniaturizaci a minimální spotřebu elektrické energie. Poté navrhnu a vymodeluji ochranný kryt pro předmětné ovládání, které vyrobím pomocí 3D tisku. Funkčnost vyrobeného dálkového ovládání otestuji na videokameře Sony HDR-CX105.

**Klíčová slova:** LANC, Arduino, bezdrátové ovládání kamery, AV/R, 3D tisk

## **Abstract**

This bachelor's thesis focuses on the creation and realization of a wireless camcorder remote control, which communicates via LANC interface. The remote control will have control buttons and signalization of camcorder condition via RGB diode.

My goal is to create a functional controller, which deals with the miniaturization and minimum consumption of electric energy. I am going to create a protective cover for this controller, which will be implemented by 3D printing. I will test the functionality of this controller on Sony HDR-CX105 camcorder.

**Key Words:** LANC, Arduino, wireless camcorder control, AV/R, 3D printer

# Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	8
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Seznam výpisů zdrojového kódu	11
Úvod	12
<b>1 Teorie</b>	<b>13</b>
1.1 LANC rozhraní . . . . .	13
1.2 Ovládací kódy . . . . .	14
1.3 Kódy statusů . . . . .	14
1.4 Arduino . . . . .	15
1.5 Autodesk Inventor Professional . . . . .	17
1.6 Simplify3D . . . . .	18
<b>2 Návrh</b>	<b>19</b>
<b>3 Zapojení</b>	<b>20</b>
3.1 Převodníková část ovládání . . . . .	20
3.2 Hodinková část ovládání . . . . .	21
<b>4 Výroba LANC kabelu</b>	<b>22</b>
<b>5 Programování ovládání</b>	<b>24</b>
5.1 Převodník . . . . .	24
5.2 Hodinky . . . . .	30
<b>6 Modelování</b>	<b>33</b>
6.1 Ochranný kryt převodníku . . . . .	33
6.2 Ochranný kryt hodinek . . . . .	35
<b>7 3D tisk</b>	<b>37</b>
<b>8 Kompletace</b>	<b>38</b>
8.1 Kompletace převodníku . . . . .	38
8.2 Kompletace hodinkové části . . . . .	40
<b>9 Rozpočet</b>	<b>42</b>

<b>Závěr</b>	<b>43</b>
<b>Literatura</b>	<b>45</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>47</b>

## Seznam použitých zkratk a symbolů

LANC	– Logic Application Control Bus System
LED	– Light-Emitting Diode
RGB	– Red Green Blue
PAL	– Phase Alternating Line
NTSC	– National Television System(s) Committee
Wi-Fi	– Wireless Fidelity
IDE	– Integrated Development Enviroment
GND	– Ground

## Seznam obrázků

1	Celý 8-mi Byte LANC rámeček [1]	13
2	A/V R jack (D-konektor), 2,5mm stereo jack, Mini-DIN [1]	13
3	Vývojová deska Arduino Pro Micro [7]	15
4	Vývojové prostředí Arduino IDE verze 1.8.0	16
5	Prostředí Autodesk Inventor Professional 2018	17
6	Prostředí Simplify3D	18
7	Schéma zapojení převodníkové části ovládání	20
8	Schéma zapojení hodinkové části ovládání	21
9	Sony 10 pinový A/V kabel [12]	22
10	Samostatný D-konektor 10 pin Sony	22
11	Rozložení pinů na D-konektoru	23
12	Napájený D-konektor	23
13	D-konektor zalepený tavnou pistolí	23
14	D-konektor opatřený smršťovací bužírkou	23
15	První část krytu převodníku	33
16	Druhá část krytu převodníku	34
17	První část krytu hodinek	35
18	Druhá část krytu hodinek	36
19	Vygenerovaný náhled 3D tisku	37
20	Moduly pro převodníkovou část	38
21	Arduino s připájenými moduly pro převodníkovou část	38
22	Kompletní převodníková část bez ochranného krytu	39
23	Dvoudílný ochranný kryt převodníku vyrobený na 3D tiskárně	39
24	Finální podoba převodníkové části	39
25	Moduly pro hodinkovou část	40
26	Arduino s připájenými moduly pro hodinkovou část	40
27	Kompletní hodinková část bez ochranného krytu	41
28	Dvoudílný ochranný kryt hodinek vyrobený na 3D tiskárně	41
29	Finální podoba hodinkové části	41

## Seznam tabulek

1	Příkazy v binárním kódu [1] . . . . .	14
2	Statusy v binárním kódu [1] . . . . .	14
3	Rozpočet pro převodníkovou část ovládání . . . . .	42
4	Rozpočet pro hodinkovou část ovládání . . . . .	42

## Seznam výpisů zdrojového kódu

1	Základní příkazy v proměných . . . . .	24
2	Část kódu pro otevřený display . . . . .	24
3	Část kódu pro zapnutí videokamery . . . . .	25
4	Funkce PoslaniPrikazu() . . . . .	25
5	Funkce StartByte() . . . . .	26
6	Funkce Tlacitko() . . . . .	27
7	Funkce CteniStavu() . . . . .	27
8	Funkce LED() v převodníku . . . . .	28
9	Funkce StisknutiTlacitka() . . . . .	30
10	Funkce LED() v hodinkách . . . . .	31
11	Funkce Start() . . . . .	32

## Úvod

Vývoj videokamer pro domácí použití jde velmi rychle kupředu, a ne každý uživatel si bude pořizovat nové zařízení po každém technickém vylepšení. Mým záměrem je uživatelům technicky starších videokamer usnadnit dálkové ovládání, které komerčně umožňovalo jen kabelové spojení. Při použití videokamery k záznamu sportovních a jiných volnočasových aktivit pomocí kabelového ovládání má své prostorové omezení a hrozí poškození spojení mezi kamerou a ovládačem, jenž mé řešení bezdrátového spojení eliminuje.

Cílem mé práce je navrhnout a vyrobit bezdrátové dálkové ovládání digitální videokamery. Vytvoření co nejsnadnějšího funkčního ovládání nesnižujícího pohyblivost uživatele tohoto zařízení s důrazem na miniaturizaci a nízkou spotřebu elektrické energie za co nejpříznivější cenu.

Ovládání bude rozděleno na dva moduly, první ve formě převodníku, který bude umístěn na videokameře a druhý bude ve formě hodinek s umístěním na ruce uživatele.

V této práci bude v teoretické části popsáno rozhraní LANC a v praktické části vytvořen návrh bezdrátového ovladače pomocí dvou vývojových desek Arduino Pro Micro s Wi-Fi modulem NRF24L01, který zabezpečí komunikaci. Pro komunikaci s videokamerou a jednou z vývojových desek bude využit kabel LANC zakončený 10pinovým D-konektorem od firmy Sony.

Zaměřím se také na vymodelování krytu pro dané části navrženého ovládání, který bude mít funkci ochrany komponentů a také bude zajišťovat lepší uchycení navrženého ovládání jak na ruce uživatele, který jej bude využívat ve formě hodinek, tak na druhé straně u videokamery. Takto vymodelované části krytu budou vytisknuty na 3D tiskárně.



# 1 Teorie

## 1.1 LANC rozhraní

LANC je oboustranný komunikační protokol vyvinutý firmou Sony pro propojení více zařízení videokamer, televizorů a v mém případě videokamery s využitím bezdrátového dálkového ovládaní.

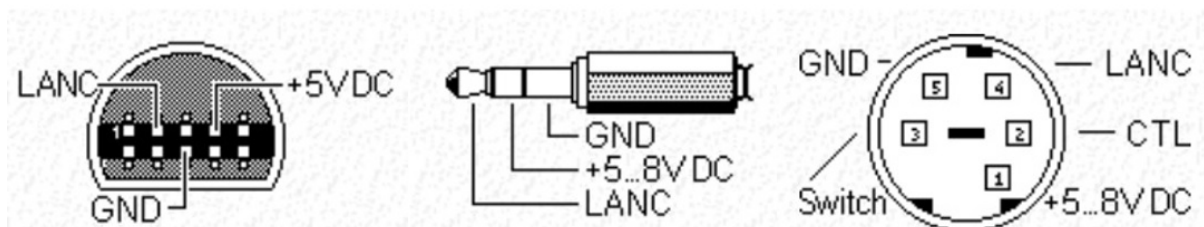
Tato komunikace se provádí po jednožilovém vodiči s rychlostí komunikace 9600 Baudů. Jedná se o oboustrannou sběrnici s otevřeným kolektorem. Hodnoty jsou tedy invertovány, bit log. LOW v zasílaném bitu odpovídá bit úrovní log. HIGH. Jeden bit má délku  $104 \mu s$  a vzdálenost mezi dvěma start bity se může v závislosti na zařízení pohybovat od  $1200 \mu s$  až  $1400 \mu s$ . Rámce jsou pak od sebe vzdáleny 20 ms pro PAL/625 a 16,6 ms pro NTSC/525.

Princip komunikace spočívá v tom, že videokamera vytváří rámec dat. Tento rámec dat je rozdělen na 8 Bytů s počátečním start bitem a stop bitem na konci. Pro zapnutí videokamery se využívá propojení datového výstupu kabelu s GND na dobu 140 ms. [1][2]



Obrázek 1: Celý 8-mi Byte LANC rámec [1]

Pro komunikaci ovládání a videokamery se využívají kabely A/V jack neboli D-konektor od společnosti Sony, 2,5 mm stereo jack nebo Mini-DIN.



Obrázek 2: A/V R jack (D-konektor), 2,5mm stereo jack, Mini-DIN [1]

## 1.2 Ovládací kódy

V tabulce jsou zaznamenány použité příkazy a jejich binární kódy, které budou využity k bezdrátovému ovládaní.

Tyto příkazy začínají vysílat na Byte 0. Byte 0 je takzvaný Sub-Command, ten uvádí, zda jde o příkaz pro kameru nebo jiné zařízení. Po tomto Bytu následuje Byte 1, v němž je uveden aktuální příkaz pro videokameru. Odesláním těchto dvou Bytů za sebou má za následek provedení daného příkazu. [2]

Tabulka 1: Příkazy v binárním kódu [1]

Byte	Popis	Binární kód
0	Normální příkaz pro VTR nebo videokameru	0001 1000
1	Start/Stop nahrávání	0011 0011
	Vypnutí videokamery	0101 1110

## 1.3 Kódy statusů

V tabulce jsou zaznamenány příslušné statusy a jejich binární kódy, které budou využity pro informování uživatele o stavu kamery v bezdrátovém ovládaní. Tyto statusy jsou vysílány kamerou v Byte 4. [2]

Tabulka 2: Statusy v binárním kódu [1]

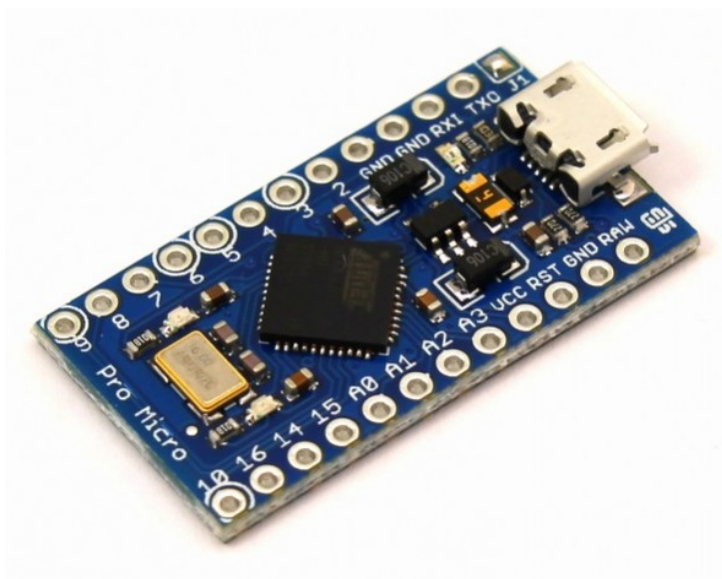
Byte	Popis	Binární kód
4	Pohotovostní režim	0001 0100
	Nahrávání	0000 0100

## 1.4 Arduino

Arduino je otevřená elektronická platforma (open source), která je postavena na procesorech ATmega od společnosti Atmel. Arduino je založena na jednoduchém použití softwaru a hardwaru, díky tomu ji může využívat kdokoli se základními znalostmi o elektronice. Vývojové desky Arduino dokáží číst vstupní data, která jsou připojená na jeho piny a dále s nimi umí pracovat a výsledné informace vysílat na jiné piny. K Arduino lze tedy připojit velké množství modulů jako je třeba Wi-Fi, LED dioda, tlačítka, motor, displej, spínací relé a mnoho dalších různých zařízení a modulů. Programovací část byla založena na knihovně Wiring, která je podobná jazyku C. Tento jazyk je využíván ve vlastním vývojovém prostředí Arduino IDE. [3][4][5]

### 1.4.1 Arduino Pro Micro

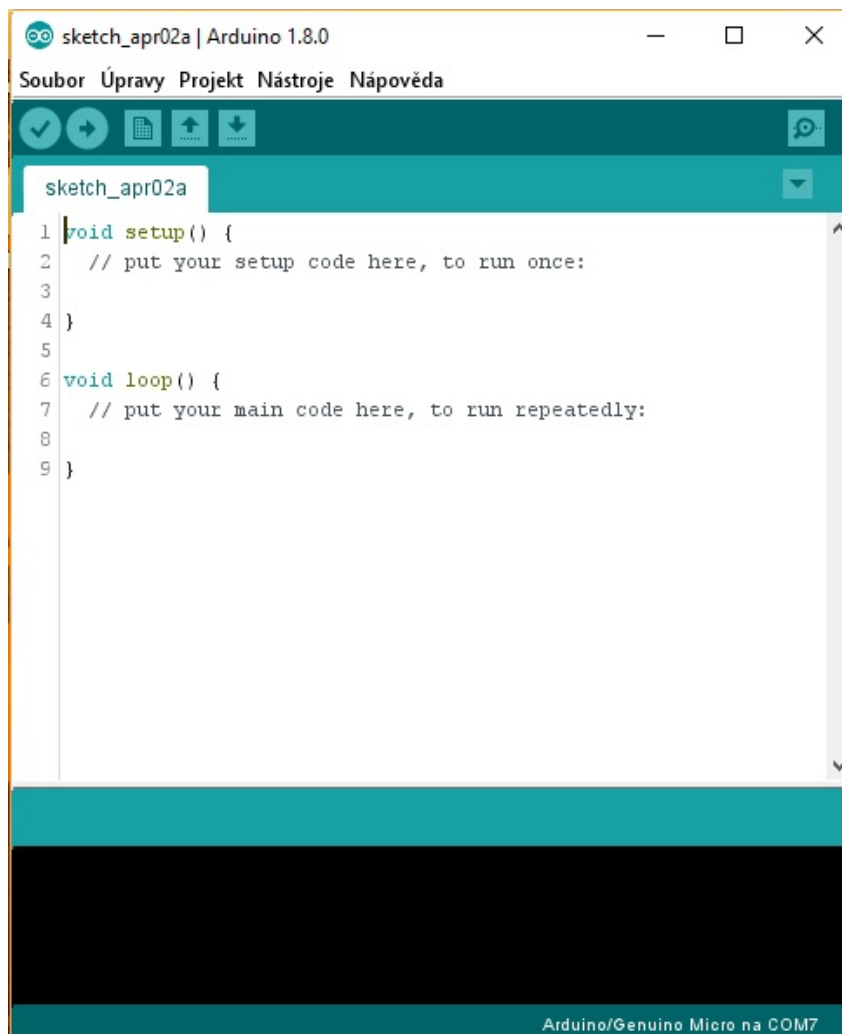
Arduino Pro micro je jedno z nejmenších Arduin o rozměru 33x18x5 mm. Tato deska je osazená mikrokontrolerem ATmega32u4 s frekvencí 8 MHz nebo 16 MHz od firmy Atmel a pamětí o velikosti 32 kB. Arduino se standardně dodává bez napájených pinů. Deska se vyrábí ve dvojím provedení s pracovním napětím 3,3 V nebo 5 V, dále obsahuje 18 digitálních vstupů/výstupů a z toho lze 4 použít jako analogové. Napájení se připojuje na pin RAW v rozmezí od 4–12 V. Vstupní napětí je pomocí regulátoru upraveno na požadované pracovní napětí. [6]



Obrázek 3: Vývojová deska Arduino Pro Micro [7]

### 1.4.2 Arduino IDE

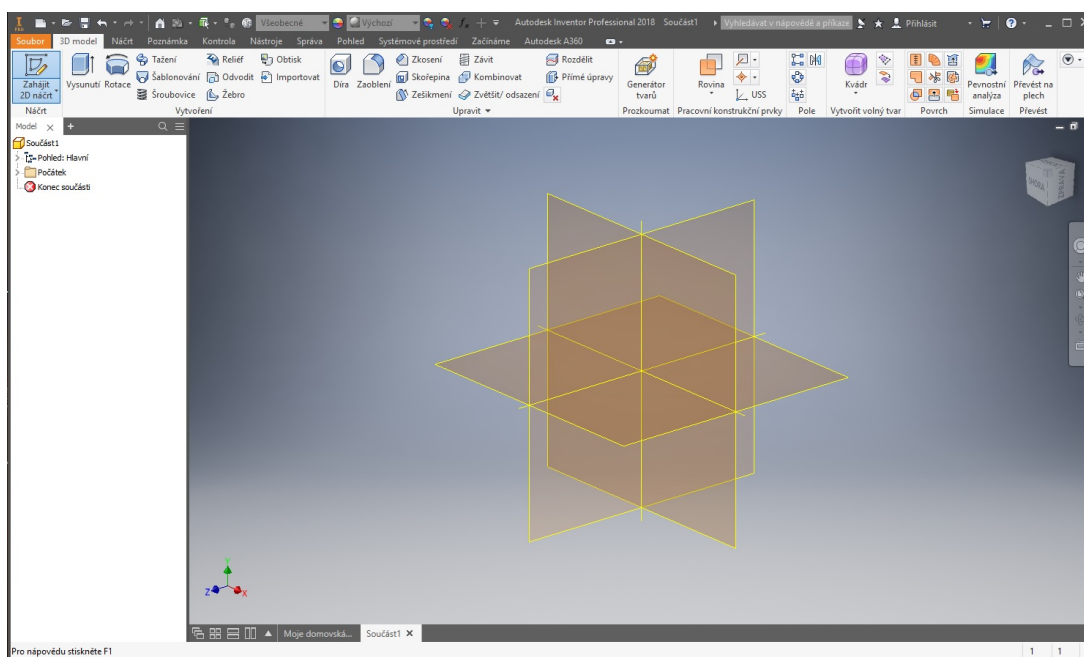
Arduino IDE je multiplatformní aplikace, kterou je možno využít na operačních systémech Windows, Linux i Mac OS. Vývojové prostředí je sestaveno z textového editoru pro psaní kódové části, tlačítka pro překlad a nahrání kódu do Arduina, textové konzole, prostoru pro zprávy a řadou dalších nabídek. Využívá se k psaní a nahrávání kódových programů do desek Arduino a dalších vývojových desek kompatibilních s touto platformou. Programování lze provádět pomocí jazyka C nebo C++. Nejrozšířenější a nejjednodušší je ovšem využití knihovny Wiring. Komplexnost této knihovny zapříčinila, že se o Wiring mluví jako o samostatném programovacím jazyku. [8]



Obrázek 4: Vývojové prostředí Arduino IDE verze 1.8.0

## 1.5 Autodesk Inventor Professional

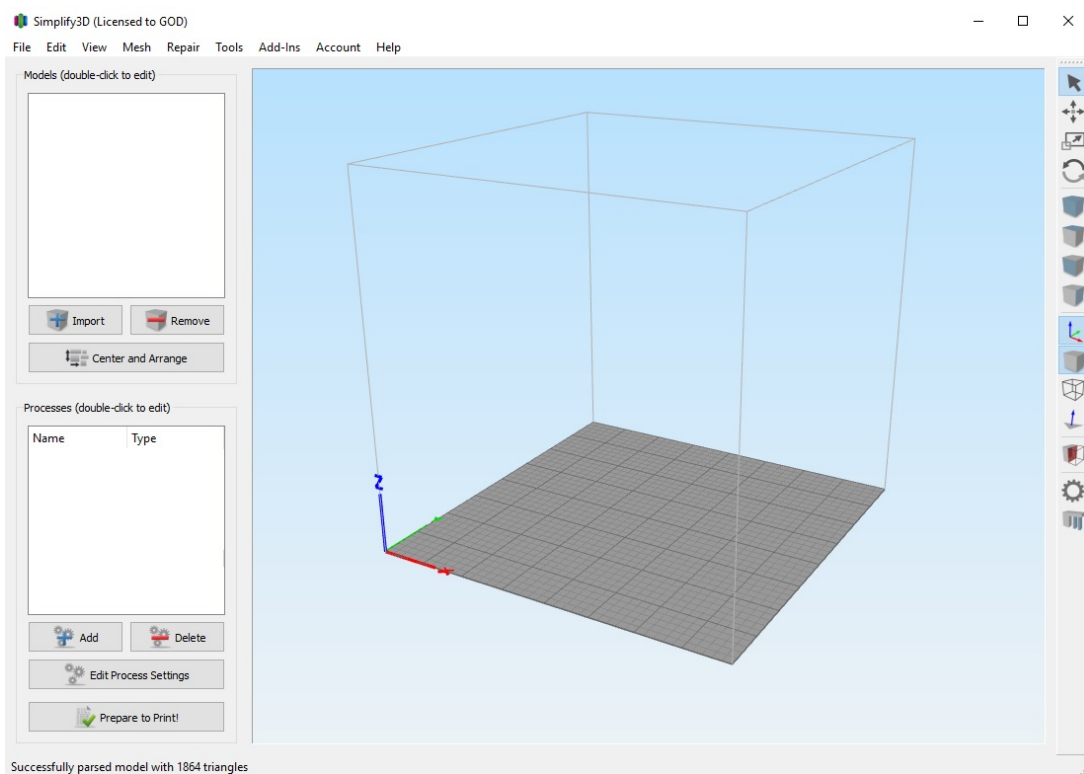
Program Autodesk Inventor Professional je nejvyšší verze parametrického 3D CAD modeláře, kterou společnost Autodesk nabízí. Jedná se o profesionální nástroj pro navrhování modelu ve strojírenství pomocí 3D CAD programu. Inventor Professional nabízí jeho uživatelům velmi přehledný nástroj pro 3D strojírenský návrh sestav a součástí. Také zde najdeme pokročilé možnosti pro animaci, prezentaci a mnoho dalších funkcí. V Inventoru lze velmi jednoduše vytvořit výkresy a dokumentaci s množstvím různých detailů s okótováním, pohledů nebo řezů. Navržené modely je možno následně v programu i simulovat a zjistit tak, jestli se v návrhu nevyskytují nějaké chyby nebo vady, které by se projevíly při výrobě. Další možností Inventoru je export vytvořeného modelu nebo soustavy modelů do různých formátů souborů, které jsou potřebné pro další využití ve výrobě. [9][10]



Obrázek 5: Prostředí Autodesk Inventor Professional 2018

## 1.6 Simplify3D

Simplify3D je program, který umožňuje nastavení parametrů pro 3D tisk na vymodelované součástky, které jsou ve formátu .stl souboru. Je možno provést nastavení parametrů jako jsou rychlost tisku, teplota pro vybraný materiál, množství výplně, výška vrstvy, podpora modelu pro tisk a mnoho dalších parametrů potřebných pro optimální nastavení 3D tiskárny pro vytvářený model. Z těchto parametrů a předmětného modelu program vygeneruje soubor formátu gcode. Tento kód se skládá ze souřadnic, které slouží pro pohybové a pomocné instrukce pro 3D tiskárnu. Další, programem nabízenou funkcí je simulace tisku, kde lze provést vizuální kontrolu toho, jak bude při tisku každá vrstva vypadat a přesvědčit se, jestli se v tisku nenachází chyba.[11]



Obrázek 6: Prostředí Simplify3D

## 2 Návrh

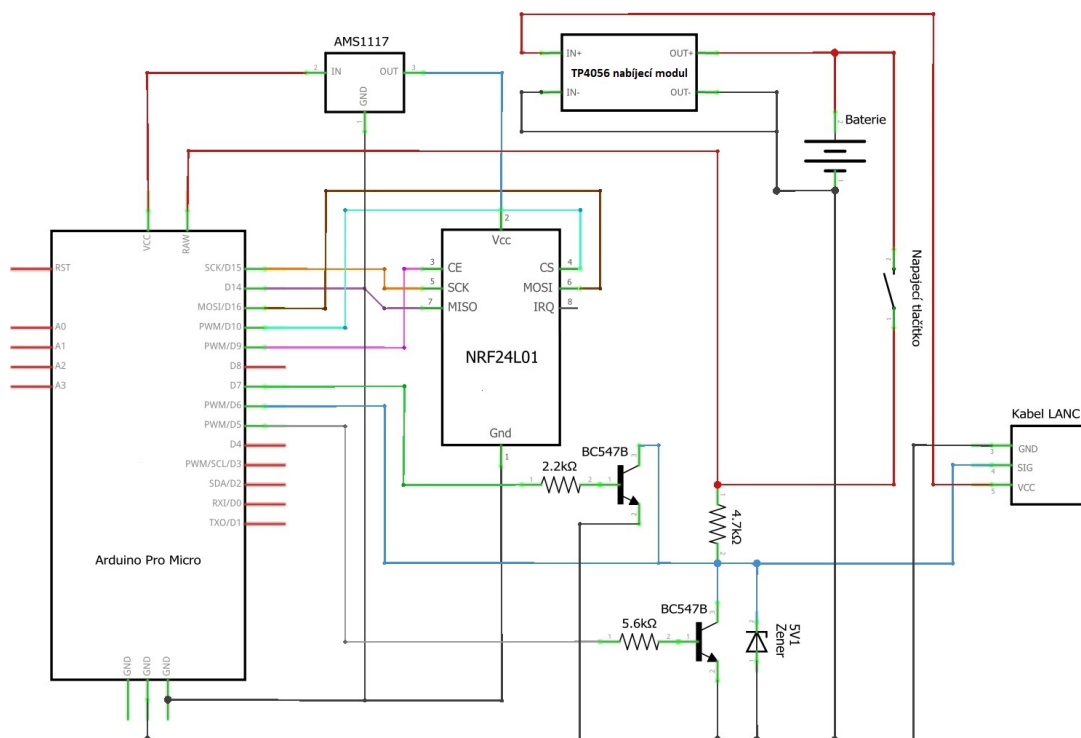
Ovládání je navrženo ze dvou hlavních částí. První část ovládání ve formě tzv. převodníku je umístěn u kamery a obsahuje tlačítko pro zapnutí a vypnutí napájení, dále zde nalezneme micro usb port pro nabíjení baterie a propojovací kabel LANC s D-konektorem sloužící k propojení převodníku s videokamerou. Druhá část ovládání je ve formě hodinek. Tyto hodinky by měl mít uživatel umístěny na ruce. Na hodinkách se nachází taktéž napájecí tlačítko, které slouží k zapnutí a vypnutí hodinek, informační RGB LED dioda, která slouží k zobrazení stavu videokamery, zda je zapnuta a připravena k použití nebo jestli nahrává videozáznam. Na hodinkách je micro usb port, který slouží pro nabíjení baterie hodinek.

Ovládání bude sestaveno na dvou vývojových deskách Arduino Pro Micro s propojením Wi-Fi modulu s označením NRF24L01. Wi-Fi modul jsem upřednostnil před technologií Bluetooth, aby nedocházelo k nechtěným výpadkům a ztrátám při komunikaci i na delší vzdálenosti. Jedna z vývojových desek bude dále propojena s obvodem, který dopomůže s komunikací a zapnutím videokamery pomocí LANC kabelu s 10 pinovým D-konektorem od společnosti Sony. Obě části, budou mít svou baterii sloužící k napájení Arduino desek jak na straně hodinek, tak i na straně převodníku. U převodníku je po zapnutí videokamery baterie nabíjena, takže by nemělo dojít k jejímu úplnému vybití. Obě tyto části budou umístěny v ochranných krytech vymodelovaných pro tento účel a vytisknutých na 3D tiskárně.

## 3 Zapojení

### 3.1 Převodníková část ovládání

První část ovládání je ve formě převodníku a ten se nachází u videokamery. Je sestaven z více součástek, modulů a jeho hlavním komponentem je vývojová deska Arduino Pro Micro 5 V / 16 MHz. Tato deska nám zabezpečuje řízení a správu všech vstupních a výstupních informací. Na vývojovou desku je zapojen modul NRF24L01, který zprostředkovává komunikaci s druhou částí ovládání pomocí technologie Wi-Fi na kmitočtovém pásmu 2,4 GHz. Uvedený modul potřebuje pro své napájení 3,3 V, proto je do obvodu zapojen stabilizátor, který převádí vstupní napětí z Arduino desky na požadované výstupní napětí 3,3 V. Pro komunikaci s hlavní deskou a videokamerou je obvod složený z bipolárního tranzistoru BC547B, dvou rezistorů a Zenerovy diody. Sestavený obvod umožňuje proudění komunikačních dat oběma směry na jednom vodiči s videokamerou. Další obvod s bipolárním tranzistorem BC547B a rezistorem slouží pro zapnutí vypnutí videokamery pomocí krátkého propojení signálního vodiče s GND vodičem. Tyto komponenty jsou pomocí napájecího tlačítka propojeny s napájecí baterií o kapacitě 250 mAh, která je dobíjena TP4056 nabíjecím modulem s micro usb konektorem a modul je také propojen s výstupním napětím baterie z ovládané videokamery. Tímto je zabezpečeno to, že při zapnutí videokamery je zajištěno dobíjení baterie a nedochází tak k vybití převodníkové části ovládání. K propojení takto vytvořené části s videokamerou bude sloužit LANC kabel.

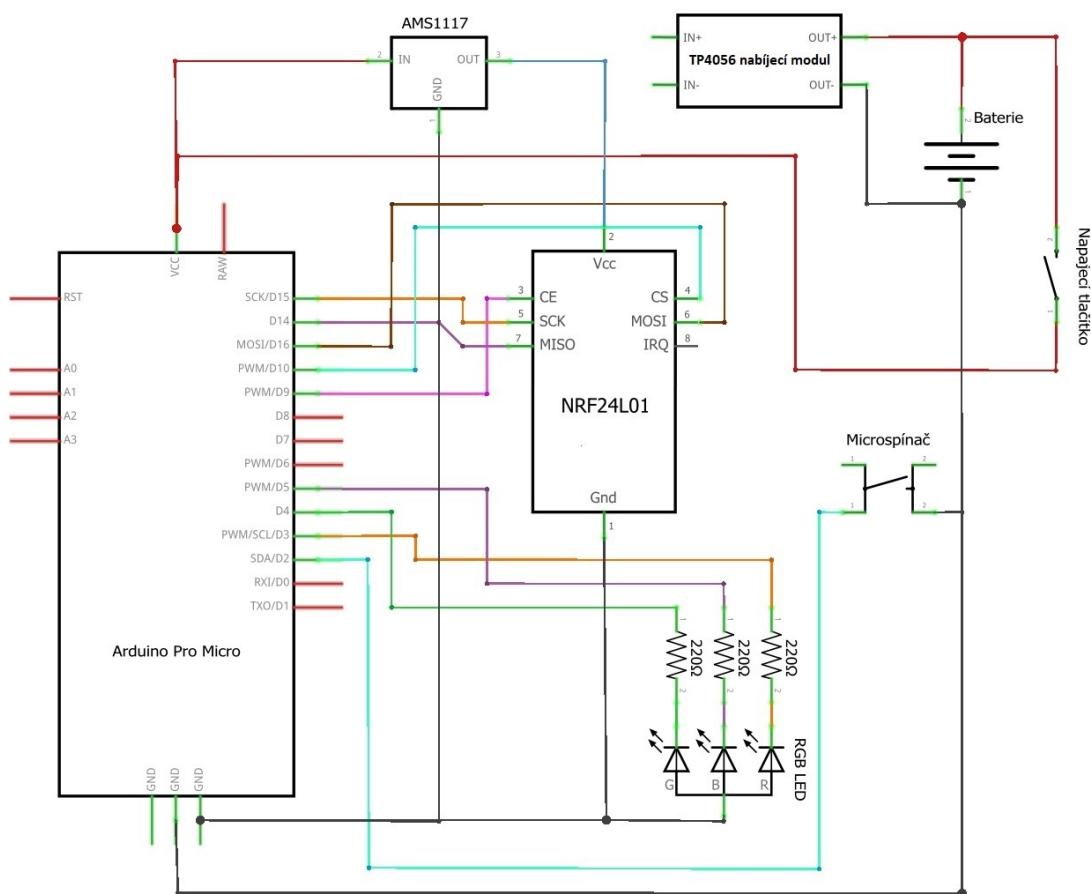


Obrázek 7: Schéma zapojení převodníkové části ovládání



### 3.2 Hodinková část ovládání

Druhá část ovládání je ve formě hodinek, které bude mít uživatel na ruce. Tato část využívá jako hlavní komponent vývojovou desku Arduino Pro Micro 5 V / 16 MHz. Deska bude zabezpečovat komunikaci s převodníkovou částí ovládání zasíláním příkazu uživatele a zároveň bude informovat o stavu videokamery. Komunikace bude probíhat přes modul NRF24L01 pomocí technologie Wi-Fi na kmitočtovém pásmu 2,4 GHz. Tento modul potřebuje pro své napájení napětí 3,3 V, proto je do obvodu zapojen stabilizátor, který převádí vstupní napětí z Arduino desky na požadované výstupní napětí 3,3 V. Dále zde nalezneme informační RGB LED diodu, která je propojena s deskou pomocí tří rezistorů a poskytuje uživateli informace o stavu videokamery pomocí změny barvy diody. Uživatel má jednoduchou formou k dispozici okamžitý přehled, zda je videokamera zapnutá, zda je připravena k nahrávání nebo nahrává. Zasílat příkazy pro videokameru bude umožněno uživateli pomocí mikrospínače. Sestavené komponenty jsou pomocí napájecího tlačítka propojeny s napájecí baterií o kapacitě 250 mAh. Tato baterie je nabíjena TP4056 nabíjecím modulem s micro usb konektorem, který uživateli slouží pro dobíjení hodinek.



Obrázek 8: Schéma zapojení hodinkové části ovládání

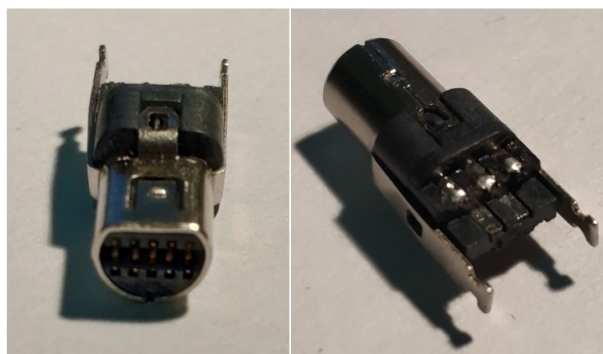
## 4 Výroba LANC kabelu

Z důvodu nedostatečné dostupnosti a ceny originálního LANC kabelu jsem se rozhodl zakoupit Sony 10 pinový A/V kabel. Tento kabel byl ve srovnání s originálním kabelem LANC snadno dostupný a jeho cena byla velice příznivá. Proto jsem se rozhodl, že z kabelu Sony 10 pin A/V vyrobím LANC kabel pro mé ovládání.



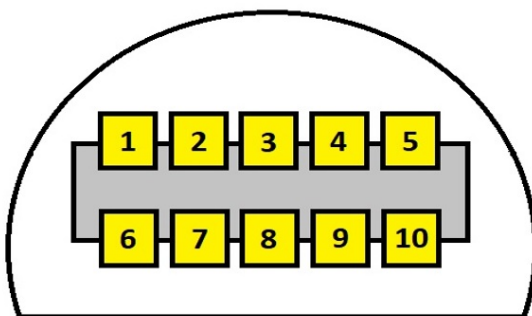
Obrázek 9: Sony 10 pinový A/V kabel [12]

Z A/V kabelu jsem využil jen 10 pinový D-konektor a část kabelu. Provedl jsem tedy ustříhnutí konektoru s požadovanou délkou kabelu. Z důvodu, že piny, které jsou potřeba k ovládaní kamery, tedy pin napájecí a signální, nejsou v tomto kabelu primárně zapojeny, musel jsem konektor rozřezat a odstranit z něj všechny původní kabely, které jsou do něho zapájeny, abych mohl na samostatný D-konektor napájet kabely na potřebné piny.

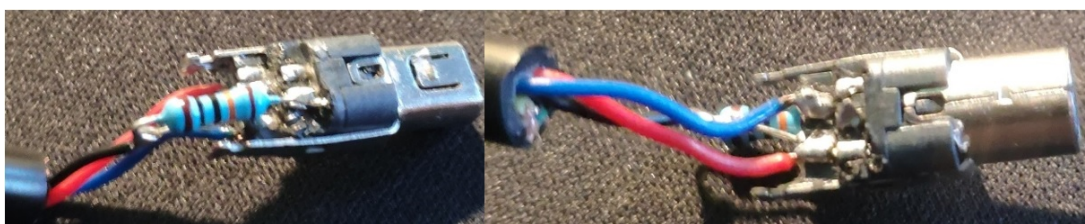


Obrázek 10: Samostatný D-konektor 10 pin Sony

Po provedených úpravách zůstal samostatný D-konektor a 10 žilový kabel, který byl původně připájený ke konektoru. Z kabelu jsem vytáhl jen 3 žíly, které byly potřeba využít pro výrobu LANC kabelu. V mém případě jsem si zvolil barvu červenou pro napájení, černou pro GND a modrou pro signál LANC. K výrobě tohoto konektoru jsem ještě použil rezistor s odporem 100 k $\Omega$ . Všechny tyto součásti jsem připájel na D-konektor. První krok byl připájet rezistor mezi piny 7 a 8, na pin 8 jsem současně s rezistorem připájel i černý kabel. Druhý krok byl červený kabel připájet na pin 2 a poslední krok byl modrý kabel připájet na pin 4. [13]



Obrázek 11: Rozložení pinů na D-konektoru



Obrázek 12: Napájený D-konektor

Takto napájený D-konektor jsem zalepil pomocí tavné pistole, aby nemohlo dojít k nechtěnému vytržení nebo zkratu. Pro lepší ochranu lepeného místa jsem použil smršťovací bužírku.



Obrázek 13: D-konektor zalepený tavnou pistolí



Obrázek 14: D-konektor opatřený smršťovací bužírkou

## 5 Programování ovládání

Vývojovou desku Arduino Pro Micro jsem pomocí prostředí Arduino IDE programoval. Programovací knihovna Wiring mi dopomohla k lepší práci s vývojovou deskou Arduino a usnadnila programování.

### 5.1 Převodník

Základní příkazy a statusy pro videokameru jsou uloženy v konstantních proměných. Jsou zde uloženy po celých Byte, které se skládají z jednotlivých bitů.

---

```
const boolean Byte0[] = {LOW,LOW,LOW,HIGH,HIGH,LOW,LOW,LOW};
const boolean Rec[] = {LOW,LOW,HIGH,HIGH,LOW,LOW,HIGH,HIGH};
const boolean PowerOff[] = {LOW,HIGH,LOW,HIGH,HIGH,HIGH,HIGH,LOW};
const boolean Start_Byte2_1[] = {LOW,HIGH,LOW,LOW,LOW,HIGH,HIGH,LOW};
const boolean Start_Byte2_2[] = {LOW,HIGH,LOW,HIGH,LOW,HIGH,HIGH,LOW};
const boolean Start_Byte3[] = {LOW,LOW,LOW,HIGH,LOW,LOW,LOW,LOW};

const int sigPripraven = 0x14;
const int sigRec = 0x04;
```

---

Výpis 1: Základní příkazy v proměných

Ve funkci „Zapni()“ jsem se zaměřil jak na zapnutí videokamery pomocí dálkového ovládání, tak i na ošetření, kdy je zapnutí provedeno otevřením displeje. Ověření, zda k zapnutí videokamery nedošlo pomocí otevření displeje, je provedeno za pomoci kontroly výstupního signálu LANC z videokamery. Dojde-li k tomu, že LANC signál se rovná LOW, tak funkce zjistí, že došlo k zapnutí videokamery a program pracuje dál a nečeká na povel pro zapnutí ovládacích hodinek.

---

```
if (digitalRead(LancPin) == LOW){
    zapnuto = true;
    Serial.println("Otevreny displej");
}
```

---

Výpis 2: Část kódu pro otevřený display

Když nebude videokamera spuštěna otevřením displeje, ale dlouhým stiskem tlačítka na hodinkách, tak funkce „Zapni()“ pošle impuls do bipolárního tranzistoru BC547B, který propojí na 140 ms signální kabel LANC s GND. Po tomto provedení se spustí funkce „StartByte()“.

---

```
if (statusTlacitka == 1){
    zapnuto = true;
    Serial.println("Zapnutí videokamery");
    digitalWrite(RelePin, HIGH);
    delay(140);
    digitalWrite(RelePin, LOW);
    statusTlacitka = 0;
}else{
    statusTlacitka = 0;
}
```

---

Výpis 3: Část kódu pro zapnutí videokamery

Na zaslání příkazu se využívá funkce „PoslaniPrikazu()“. Tato funkce je velice důležitá, zajišťuje zaslání příkazu, jehož daný povel je uložen v proměnné typu boolean, než je převeden binární kód na proměnné HIGH pro 1 a LOW pro 0. Funkce tento příkaz zasílá po nastavené pauze pro délku signálu do kamery od zadní pozice kódu k přední a ukončuje proměnou LOW.

---

```
void PoslaniPrikazu(boolean lancBit[])
{
    delayMicroseconds(delkaSignalu);

    for (int i = 7; i > -1; i--) {
        digitalWrite(CmdPin, lancBit[i]);
        delayMicroseconds(delkaSignalu);
    }
    digitalWrite(CmdPin, LOW);
}
```

---

Výpis 4: Funkce PoslaniPrikazu()

„StartByte()“ funkce slouží k zaslání příkazu, který zamezuje videokameře automatickému vypnutí při pozici se zavřeným displejem. V prvním a druhém kroku funkce vyhledá začátek bitu a poté zašle v Bytu 2 příkaz Start\_Byte2\_1 a znova se vyhledá začátek bitu a zašle se v Bytu 3 příkaz Start\_Byte3. V třetím a čtvrtém kroku funkce se vyhledá začátek bitu a zašle v Bytu 2 příkaz Start\_Byte2\_2. Po čtvrtém kroku nedojde k automatickému vypnutí videokamery a ovládání čeká na další příkazy.

---

```
void StartByte()
{
    if (pomStart){
        if (pocitadlo == 3){
            start = 4;
            pomStart2 = 0;
            ZacatekBitu();
            PoslaniPrikazu(Start_Byte2_1);
            ZacatekBitu();
            PoslaniPrikazu(Start_Byte3);
            if (pomStart1 == 0){
                pocitadlo = 2;
                pomStart1 = 1;
            }
        }
        if (pocitadlo == 4){
            start = 3;
            pomStart1 = 0;
            ZacatekBitu();
            PoslaniPrikazu(Start_Byte2_2);
            pocitadlo = 3;
            pomStart2 = 1;
            if(pomStart2 == 1){
                start = 2;
                pomStart = false;
                pocitadlo = 0;
            }
        }
        pocitadlo++;
    }
}
```

---

Výpis 5: Funkce StartByte()

Funkce „Tlačítko()“ čeká na to, až na straně hodinek uživatel stiskne tlačítko. Uživatel má dvě možnosti stisku tlačítka a to buď krátké, nebo dlouhé stisknutí. Po stisknutí tlačítka jednou ze dvou uvedených variant funkce načte odeslanou hodnotu z hodinek na převodník a vrátí hodnotu 1 pro dlouhý stisk nebo hodnotu 2 pro krátký stisk tlačítka.

---

```
int Tlacitko()
{
    int statusTlacitka=0;
    int i = 0;

    delay(5);
    radio.startListening();
    if (radio.available()){
        while (radio.available()){
            radio.read(&statusTlacitka, sizeof(statusTlacitka));
            if (i == 0)
                i = statusTlacitka;
        }
    }
    return i;
}
```

---

Výpis 6: Funkce Tlacitko()

Na čtení stavu, ve kterém se nachází videokamera v daný okamžik, je využívána funkce „CteniStavu()“. Tato funkce načítá stavy pomocí součtu jednotlivých Bytů signálu, který videokamera vysílá. Na konci je tento součet převeden do hexadecimálního formátu.

---

```
byte CteniStavu()
{
    char pom = 0;

    delayMicroseconds(delkaSignalu + 15);
    pom += digitalRead(LancPin);
    for (int i = 1; i < 8; i++) {
        delayMicroseconds(delkaSignalu + 15);
        pom += digitalRead(LancPin) << i;
    }
    return (pom ^ 255);
}
```

---

Výpis 7: Funkce CteniStavu()

Pro zajištění zasílání daného stavu do ovládacích hodiněk slouží funkce „LED()“. Tato funkce zajišťuje jak kontrolu, zda jsou hodinky zapnuté, tak i ověřování, zda se daný stav liší od toho naposledy odeslaného, aby zamezil přehlcení komunikace mezi převodníkem a hodinkami neustálým posíláním nezměněného stavu videokamery. Stavys jsou zasílány pomocí tří čísel. Stav pro signalizaci nahrávání je zasláno číslo 4, pro signalizaci stavu, kdy videokamera je připravená číslo 3 a pro signál signalizující vypínání slouží číslo 5. Pomocí těchto čísel je potom hodinková část ovládání schopna zajistit signalizaci na RGB LED diodě.

---

```
void LED()
{
    int led = 0;
    int statusZapnuti = 0;

    if (zapnuteHodinky != 9){
        delay(5);
        radio.startListening();
        if (radio.available()){
            radio.read(&statusZapnuti, sizeof(statusZapnuti));
            if(statusZapnuti == 9)
                zapnuteHodinky = statusZapnuti;
        }
    }else{
        if(odeslano == 3){
            delay(5);
            radio.stopListening();
            led = 5;
            radio.write(&led, sizeof(led));
            odeslano = 0;
            return;
        }
        if (odeslano != jakyStatus && (jakyStatus == sigPripraven || jakyStatus
            == sigRec)){
            odeslano = jakyStatus;
            delay(5);
            radio.stopListening();
            switch(odeslano){
                case sigPripraven:
                    led = 3;
                    radio.write(&led, sizeof(led));
                    break;
            }
        }
    }
}
```



```
        case sigRec:
            led = 4;
            radio.write(&led, sizeof(led));
            break;
    }
}
}
```

---

Výpis 8: Funkce LED() v převodníku

## 5.2 Hodinky

Programovací část na straně hodinek je mnohem jednodušší než na straně převodníku. Hodinky se starají o to, aby poslaly povel uživatele, zda stisknul tlačítko a jak ho stisknul. Tímto se zabývá funkce „StisknutiTlacitka()“. Uvedená funkce kontroluje, jak dlouho a jestli vůbec uživatel tlačítko stisknul, přičemž po stisknutí odešle do převodníku číslo 1 a to, když se bude jednat o dlouhý stisk (doba stisknutí tlačítka byla větší nebo rovna 800 ms) nebo odešle číslo 2 pro krátký stisk (doba stisku menší než 800 ms).

---

```
void StisknutiTlacitka()
{
    delay(5);
    radio.stopListening();
    while (digitalRead(tlacitkoPin) == LOW){
        delkaStisku += 50;
        delay(50);
    }
    if (delkaStisku >= delkaCekani){
        //Serial.println("Dlouhy");
        delkaStisku = 0;
        statusTlacika = 1;
        radio.write(&statusTlacika, sizeof(statusTlacika));
    }else{
        if (delkaStisku < delkaCekani && delkaStisku > 0){
            //Serial.println("Kratky");
            delkaStisku = 0;
            statusTlacika = 2;
            radio.write(&statusTlacika, sizeof(statusTlacika));
        }
    }
}
```

---

Výpis 9: Funkce StisknutiTlacitka()

Pro informovanost uživatele je na hodinkách umístěna informační RGB dioda. Dioda je rozsvěcována pomocí funkce „LED()“. Funkce se stará o příjem statusu videokamery, který odešle převodník do hodinek ve formě čísel, číslo 3 pro modrou barvu, která signalizuje připravenost videokamery, číslo 4 pro červenou barvu, která signalizuje nahrávání a číslo 5 pro modročervenou blikající led diodu signalizující vypínání videokamery.

---

```
void LED()
{
    int stat;

    delay(5);
    radio.startListening();
    radio.read(&stat, sizeof(stat));
    if (prijato != stat || stat != 0){
        prijato = stat;
        switch (prijato){
            case 3:
                digitalWrite(cervenaPin, LOW);
                digitalWrite(modraPin, HIGH);
                break;
            case 4:
                digitalWrite(modraPin, LOW);
                digitalWrite(cervenaPin, HIGH);
                break;
            case 5:
                delay(1000);
                for (int i = 0; i < 5; i++){
                    digitalWrite(modraPin, HIGH);
                    digitalWrite(cervenaPin, HIGH);
                    delay(500);
                    digitalWrite(modraPin, LOW);
                    digitalWrite(cervenaPin, LOW);
                    delay(500);
                }
                break;
        }
    }
}
```

---

Výpis 10: Funkce LED() v hodinkách

Poslední funkce, která se nachází v hodinkách, je „Start()“. Funkce je zde jen z jediného důvodu, aby signalizovala zapnutí hodinek, které jsou zapnuty později nežli převodník a videokamera je zapnutá otevřením displeje. Tímto převodník pozná, že se hodinky zapnuly později a pošle data o stavu videokamery do hodinek. Rozsvítí se RGB LED dioda pro signalizaci stavu videokamery.

---

```
void Start()
{
    if (!zapnuto){
        int stat = 9;
        zapnuto = true;
        delay(5);
        radio.stopListening();
        radio.write(&stat, sizeof(stat));
    }
}
```

---

Výpis 11: Funkce Start()

## 6 Modelování

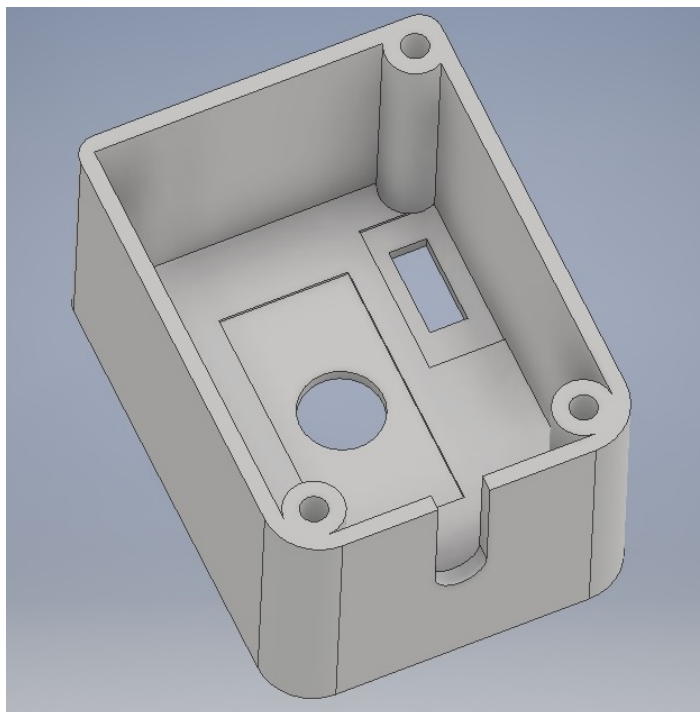
Pro modelování jsem si vybral program Autodesk Inventor Professional. Tento program je vhodný k modelování mechanických součástí. Po vymodelování všech částí je v Inventoru možnost převedení modelu do souboru s příponou .stl, přičemž tento formát souboru je potřebný pro následný 3D tisk.

### 6.1 Ochranný kryt převodníku

Kryt převodníku se skládá ze dvou částí. První část je vymodelována ve tvaru menší krabičky s dutým prostorem uvnitř. Druhá část slouží jako víko krabičky, které uzavře první část a zamezí případnému vypadnutí komponentů převodníku.

#### 6.1.1 První část krytu

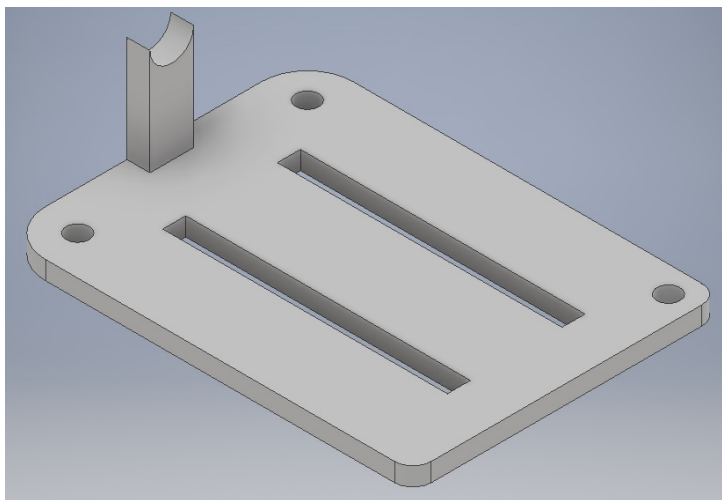
První část je ve tvaru zaobleného obdélníku o rozměrech 45x33,5x1,5 mm. Ve vrchní části jsou dva otvory, jeden kulatý o průměru 7,7 mm pro napájecí tlačítko a druhý obdélníkový o rozměru 3,5x8,5 mm na micro usb port pro nabíjení baterie. Bočnice krytu, jejichž úkolem je ochrana elektronických komponentů, mají výšku 23,5 mm s šířkou stěny 1,5 mm. U strany odvrácené od nabíjecího portu je v bočnici výřez o délce 11,5 mm se zakulaceným otvorem pro kabel LANC. Z vnitřních stran bočnic jsou ve třech rozích sloupky s otvory uprostřed o průměru 2,5 mm, které jsou určeny pro šroubky držící druhou část krytu.



Obrázek 15: První část krytu převodníku

### 6.1.2 Druhá část krytu

Druhá část krytu převodníku je určena jako víko krabičky. Toto víko kopíruje spodní rozměry krabičky a je vysoké 2 mm. Ve třech rozích jsou otvory o průměru 2,5 mm pro uchycení šroubků. Na kraji spodní strany krytu je zářezka obdélníkového tvaru o rozměru 2,5x4,7x11,5 mm s výřezem určeným k aretaci výstupu LANC kabelu. V prostřední části krytu jsou dva otvory o rozměrech 31x2,5 mm vzdálené od sebe 10 mm. Tyto otvory jsou pro protažení suchého zipu, který nám umožňuje uchytit převodníkovou část ovládaní na videokameru.



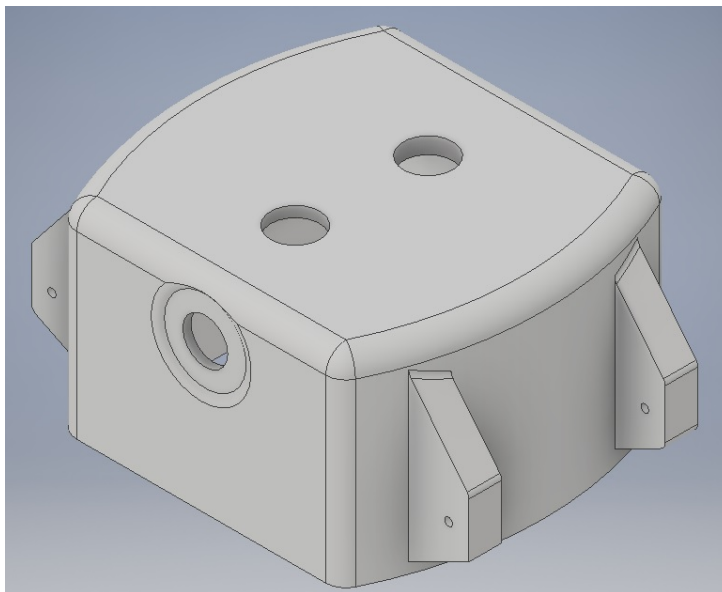
Obrázek 16: Druhá část krytu převodníku

## 6.2 Ochranný kryt hodinek

Kryt se skládá ze dvou částí. První část je vymodelována ve tvaru menší krabičky s úchyty pro hodinkový řemínek s dutým prostorem uvnitř. Druhá část slouží jako víko krabičky, které uzavře první část a zabezpečí ji tak před vypadnutím komponentů převodníku.

### 6.2.1 První část krytu

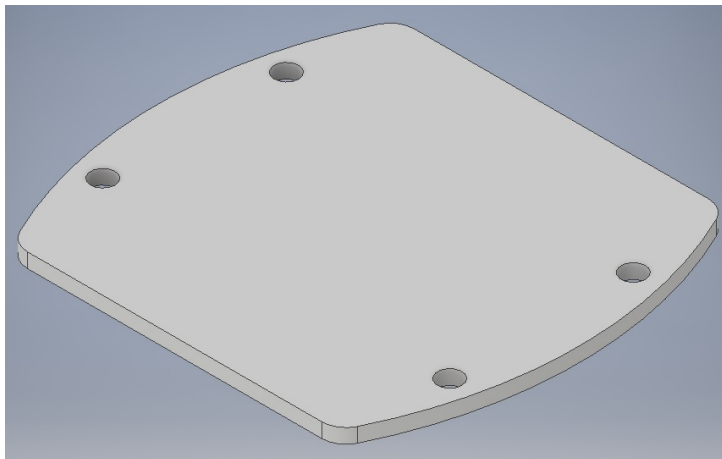
První část je ve tvaru obdélníku na dvou stranách zaoblených o rozměrech 41,5x40x1,5 mm. Ve vrchní části jsou dva kulaté otvory o průměru 6 mm od sebe vzdálených 15,5 mm. Boční strany mají výšku 24,5 mm. V pravé části bočnice je obdélníkový otvor o rozměru 3x9,5 mm na micro usb port pro nabíjení baterie hodinek. Na levé části bočnice je kruhový otvor o průměru 5,5 mm pro napájecí tlačítko. V zaoblených bočnicích jsou úchyty s kulatými otvory o průměru 1 mm pro umístění osy řemínku. Na spodní straně jsou čtyři sloupky s otvory uprostřed o průměru 2,5 mm, které jsou určeny pro šroubky držící druhou část krytu.



Obrázek 17: První část krytu hodinek

### 6.2.2 Druhá část krytu

Druhá část krytu hodinek je určena jako víko krabičky. Toto víko kopíruje spodní rozměry krabičky a je vysoké 1,5 mm. Ve čtyřech místech jsou otvory o průměru 2,5 mm pro šroubky na uchycení.



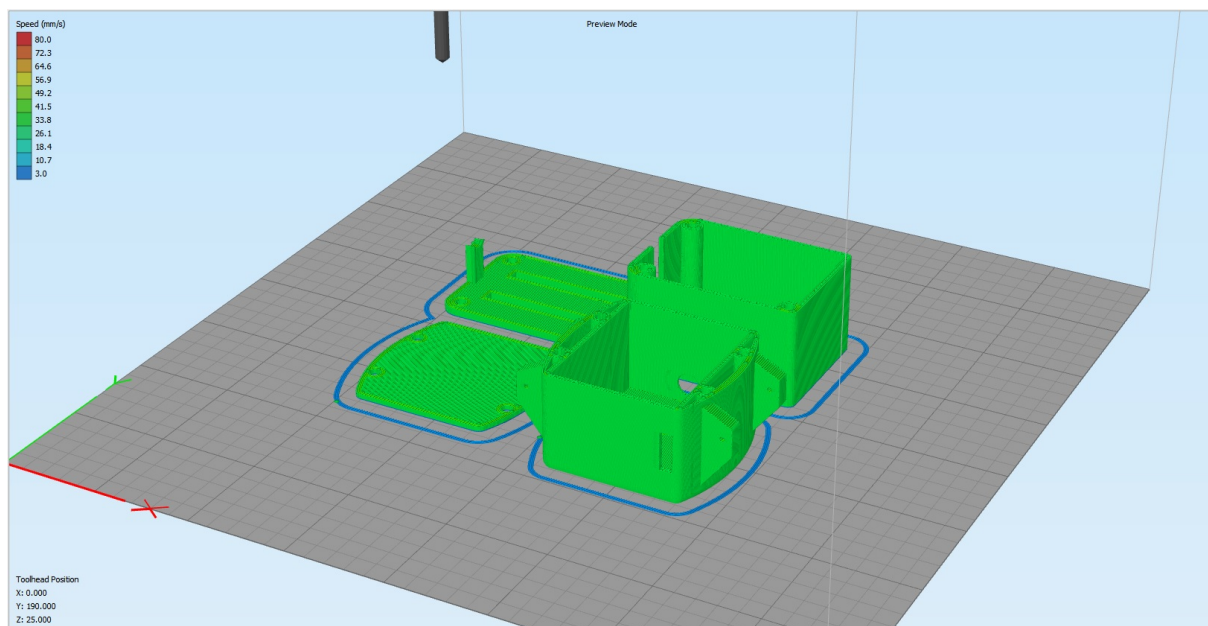
Obrázek 18: Druhá část krytu hodinek



## 7 3D tisk

Vymodelované kryty, které slouží pro ochranu bezdrátového ovládaní, jsou vyrobeny pomocí 3D tisku. Pomocí programu Simplify3D bylo provedeno nastavení potřebných parametrů pro 3D tisk, a následně program vygeneroval soubor pro tisk formátu gcode, který se skládá ze souřadnic vytvořených modelů a nastavených parametrů pro tisk daného materiálu.

Tisk jsem provedl na vlastní vyrobené tiskárně Rebel II. Tiskárna je určena pro filament o průměru 1,75 mm a vybavena tryskou o průměru 0,4 mm. Pro vymodelované kryty jsem použil materiál PET-G černé barvy. Tento materiál je určen k univerzálnímu využití, ale především kvůli svým vlastnostem je využíván pro tisk mechanických částí. Jedná se o pevný a houževnatý materiál s malou tepelnou roztažností, s dobrou tepelnou odolností a pro své vlastnosti ho lze využít ve vnitřním i venkovním prostředí. Pro modely krytu jsem nastavil tiskárnu na výšku vrstvy 0,2 mm s teplotou trysky 235 °C a tiskové podložky 90 °C. Pro pevnost modelu jsem využil plnou výplň stěn s třemi perimetry. Rychlost tisku jsem nastavil na 50 mm/s. Rychlost je přizpůsobena z důvodu kvalitnějšího vizuálního vzhledu výsledného výrobku. Tento 3D tisk všech dílů krytu trvá 4,5 hodiny a je na něm využito 29 g materiálu PET-G.

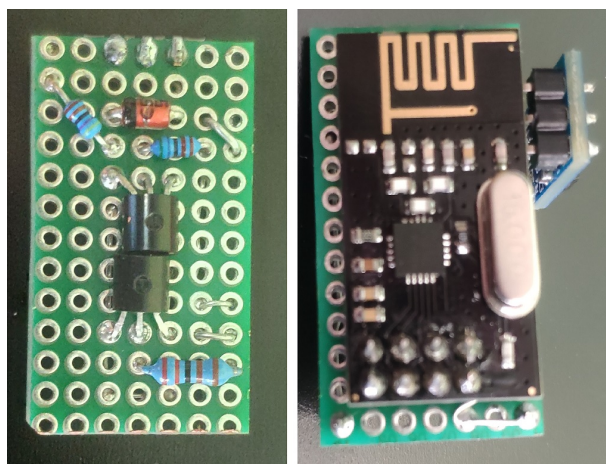


Obrázek 19: Vygenerovaný náhled 3D tisku

## 8 Kompletace

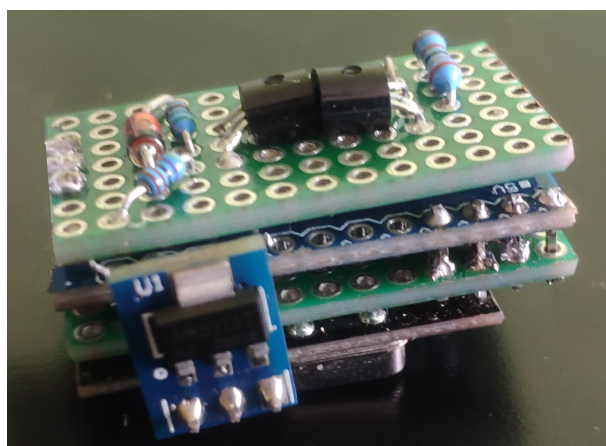
### 8.1 Kompletace převodníku

K sestavení převodníku jsem použil dvě propojovací desky, ze kterých jsem vyrobil dva samostatné moduly. První modul se skládá z pomocného obvodu s využitím bipolárního tranzistoru pro zabezpečení komunikace na jednožilovém vodiči a dalšího bipolárního tranzistoru pro propojení signálního a GND vodiče pro zapnutí kamery. Druhý modul je složen z NRF24L01 a stabilizátorem AM1117, který zabezpečuje potřebné napětí pro tento Wi-Fi modul.



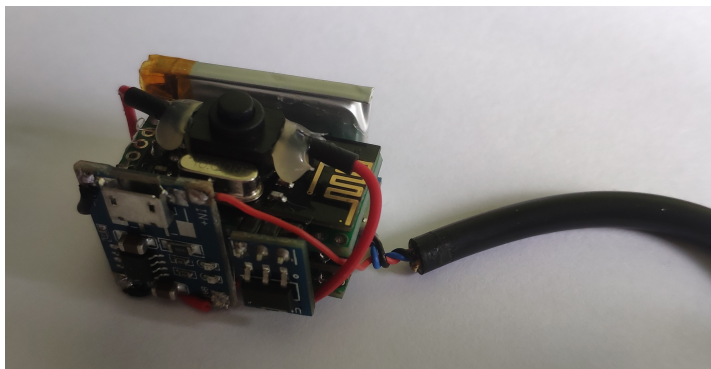
Obrázek 20: Moduly pro převodníkovou část

Moduly pro převodníkovou část jsem připájel na vývojovou desku Arduino Pro Micro, do které jsem nahrál zdrojový kód určený pro tuto část dálkového ovládání.



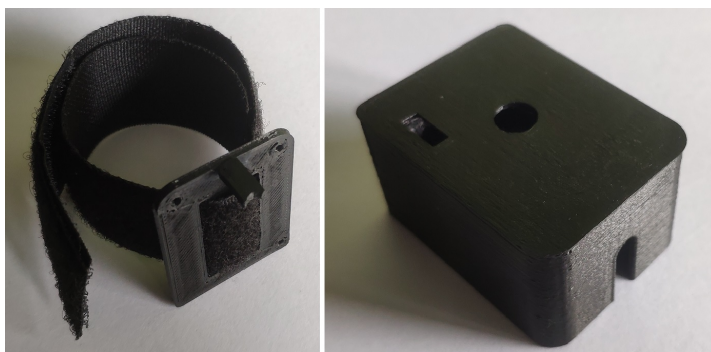
Obrázek 21: Arduino s připájenými moduly pro převodníkovou část

Po připájení modulu jsem dodal baterii o kapacitě 250 mAh pro napájení, nabíjecí modul TP4056, napájecí tlačítko a připojil LANC kabel s 10 pinovým konektorem.

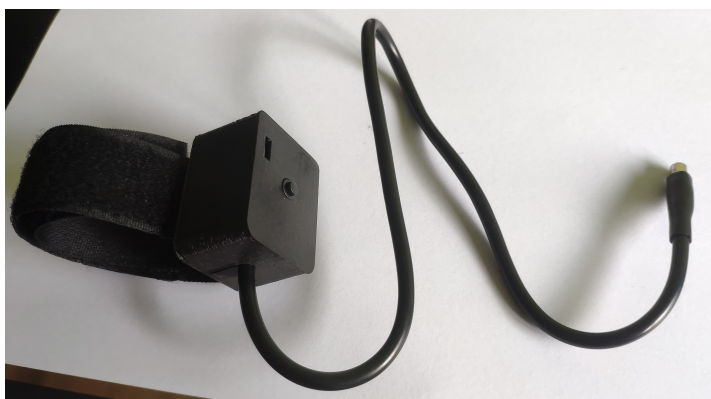


Obrázek 22: Kompletní převodníková část bez ochranného krytu

Pro takto zkompleťovanou část jsem vytiskl dvoudílný ochranný kryt na 3D tiskárně. Do první části krytu jsem vložil kompletní převodníkovou část. Druhá část krytu složí k zamezení vypadnutí komponentů z první části ochranného krytu a je opatřena suchým zipem pro uchycení k videokameře.



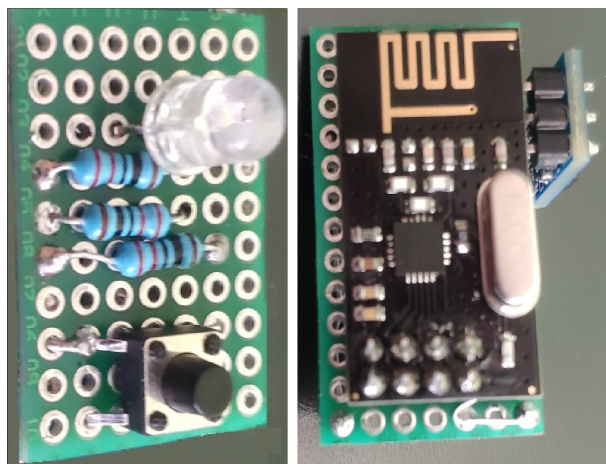
Obrázek 23: Dvoudílný ochranný kryt převodníku vyrobený na 3D tiskárně



Obrázek 24: Finální podoba převodníkové části

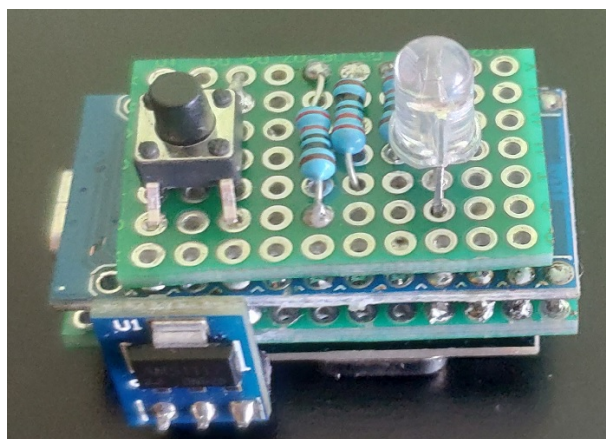
## 8.2 Kompletace hodinkové části

K sestavení hodinek jsem použil dvě propojovací desky, ze kterých jsem vyrobil dva samostatné moduly. První modul se skládá z mikro spínače a informační RGB LED diody. Druhý modul stejně jako v převodníkové části je složen z NRF24L01 a stabilizátorem AM1117, který zabezpečuje potřebné napětí pro tento Wi-Fi modul.



Obrázek 25: Moduly pro hodinkovou část

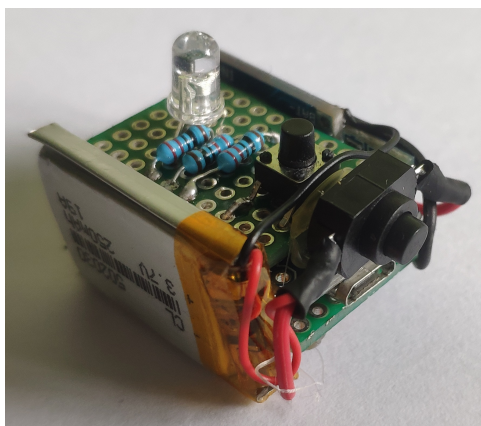
Moduly pro hodinkovou část jsem připájel na vývojovou desku Arduino Pro Micro, do které jsem nahrál zdrojový kód určený pro tuto část dálkového ovládání.



Obrázek 26: Arduino s připojenými moduly pro hodinkovou část

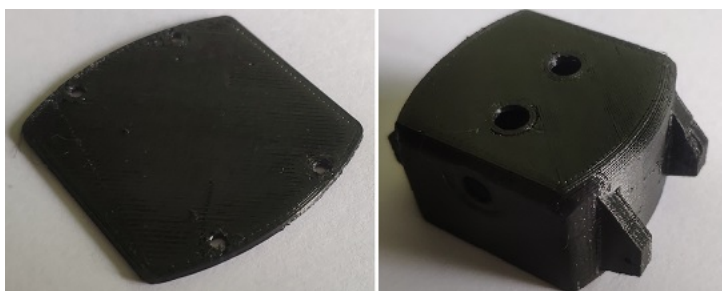


Po připájení modulu jsem dodal baterii o kapacitě 250 mAh pro napájení, nabíjecí modul TP4056, napájecí tlačítko.



Obrázek 27: Kompletní hodinková část bez ochranného krytu

Pro takto zkompleťovanou část jsem vytiskl dvoudílný ochranný kryt na 3D tiskárně. Do první části krytu jsem vložil kompletní hodinkovou část a na boční strany jsem připevnil řemínky hodinek. Druhá část krytu složí k zamezení vypadnutí komponentů z první části ochranného krytu.



Obrázek 28: Dvoudílný ochranný kryt hodinek vyrobený na 3D tiskárně



Obrázek 29: Finální podoba hodinkové části

## 9 Rozpočet

Součástky, které jsou použity pro výrobu bezdrátového ovládaní kamery, jsem převážně nakupoval v Číně. Proto se částky nakoupených komponentů pohybují v nízkých hodnotách.

V rozpočtu není uvedena cena tištěných ochranných částí ovládaní, které jsou uskutečněny pomocí 3D tisku. Jelikož nebyly jednotlivé díly tištěny komerčně, ale prostřednictvím vlastní tiskárny, není tedy možno vyčíslit cenu daného tisku. Celková cena komponentů je 661 Kč.

Tabulka 3: Rozpočet pro převodníkovou část ovládaní

Množství	Název součástky	Cena v Kč
1ks	Arduino Pro Micro 5 V / 16 GHz	70
1ks	NRF24L01 modul	20
1ks	AMS1117 modul 800 mA	20
1ks	TP4056 nabíjecí modul	10
1ks	Baterie 250 mAh	100
2ks	Propojovací deska	25
1ks	Tlačítko napájení	3
2ks	Bipolární tranzistor BC547B	3
1ks	Rezistor 5,6 k $\Omega$	3
1ks	Rezistor 4,7 k $\Omega$	3
1ks	Rezistor 2,2 k $\Omega$	3
1ks	Rezistor 100 k $\Omega$	3
1ks	Zenerova dioda 5,1 V	2
1ks	Sony 10 pin A/V kabel	50
1ks	Suchý zip 3x100 cm	25
<b>Celková cena</b>		<b>340</b>

Tabulka 4: Rozpočet pro hodinkovou část ovládaní

Množství	Název součástky	Cena v Kč
1ks	Arduino Pro Micro 5 V / 16 GHz	70
1ks	NRF24L01 modul	20
1ks	AMS1117 modul 800 mA	20
1ks	TP4056 nabíjecí modul	10
1ks	Baterie 250 mAh	100
2ks	Propojovací deska	25
1ks	Tlačítko napájení	3
1ks	Mikrospínač	3
3ks	Rezistor 220 $\Omega$	8
1ks	RGB LED dioda	2
1ks	Řemínek na hodinky	60
<b>Celková cena</b>		<b>321</b>

## Závěr

V této práci jsem se zabýval návrhem a realizací dálkového ovládání videokamer, které nemají tuto funkci již od výrobce. Pro rozmanitost komunikačních konektorů, jsem se zaměřil na videokamery Sony zakončenými 10 pinovým D-konektorem. Po úpravě konektoru je možné použít vytvořené dálkové ovládání i pro jiné výrobce videokamer.

Toto ovládání bylo navrženo bezdrátově a malých rozměrů z důvodu použití natáčení sportovních nebo jiných volnočasových aktivit. Ovládání se skládá z převodníku umístěného na videokameře a hodinek umístěných na ruce uživatele. Komunikace mezi těmito dvěma prvky je pomocí Wi-Fi sítě.

V první kapitole mé bakalářské práce jsem se zabýval teorií LANC rozhraní, které umožní datové spojení videokamery s převodníkem a pomocí ovládacího kódu dokáže zasílat daný příkaz a přijímat aktuální stav videokamery. Dále popisuji vývojové desky Arduino Pro Micro a vývojového prostředí Arduino IDE, které je určené pro programování těchto desek, jenž jsem využil pro obě části dálkového ovládání. V poslední části této kapitoly jsem se zabýval programy Autodesk Inventor Professional a Simplify3D. Autodesk Inventor Professional je určen především pro navrhování modelu ve strojírenství pomocí 3D CAD programu, přičemž v mé práci našel své uplatnění pro navrhování ochranných krytů. Program Simplify3D jsem využil pro úpravu modelů pro pozdější tisk na 3D tiskárně.

Návrhem zapojení a propojení jednotlivých částí s videokamerou, jejich ovládání, informací stavu daných příkazů a konečného vzhledu se podrobně zabývá druhá kapitola.

Třetí a čtvrtá kapitola je zaměřena na popis zapojení komponentů jednotlivých částí převodníku a hodinek. Dále se zabývá postupem vlastní výroby LANC kabelu, prostřednictvím kterého je umožněno datové spojení převodníku s videokamerou.

Programování ovládání převodníku a hodinek je věnována pátá kapitola. Řešil jsem v ní komunikaci mezi hodinkami a převodníkem, převodníkem a videokamerou. V převodníkové části jsem vyřešil postup pro odeslání příkazu a načítání aktuálního stavu videokamery. Problémem, který bylo zapotřebí vyřešit, bylo zapnutí videokamery, které se od výroby provádí odklopením displeje. Takovou možnost jsem musel ošetřit, aby hodinková část i po takovémto způsobu zapnutí dostala zpětnou vazbu aktuálního stavu videokamery a mohla zobrazit daný stav pomocí RGB LED diody.

Navržení a vymodelování ochranného krytu převodníku a hodinek v programu Autodesk Inventor Professional a následný 3D tisk pomocí Simplify3D, který nastaví potřebné parametry pro 3D tiskárnu, je upřesněno v šesté a sedmé kapitole.

V osmé kapitole práce jsem se věnoval kompletaci všech částí jak na straně převodníku, který bude zapojen do kamery, tak hodinek umístěných na ruce uživatele. Všechny moduly byly propojeny podle mého vlastního návrhu. Převodníková i hodinková část byla opatřena baterií. Tato baterie zabezpečuje délku chodu ovládání převyšující chod videokamery, tím mé ovládání nebude časově limitováno pro toto zařízení. Zkompletované části ovládání byly umístěny

do ochranných krytů vytištěných na 3D tiskárně. Převodníková část byla opatřena suchým zipem pro mechanické spojení s videokamerou a hodinková část byla opatřena řemínkem umožňujícím upevnění na ruku uživatele.

V poslední kapitole je uveden rozpočet pro navržené bezdrátové dálkové ovládání. Nachází se zde soupis použitých součástek, ze kterých je složena převodníková a hodinková část dálkového ovládání. Tento soupis je zde uveden i s dílčími cenami a uvedenou celkovou cenou celého dálkového ovládání.

Touto mou prací jsem dosáhl toho, že i starší videokamery mohou být opatřeny dálkovým ovládáním, které rozšiřuje jejich použití a komfort za nízkou cenu.



## Literatura

- [1] BOEHMEL, Manfred. *The Sony LANC protocol* [online]. [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <http://www.boehmel.de/lanc.htm>
- [2] HANKOVEC, David. *Dálkové ovládání videokamer Sony přes LANC rozhraní* [online]. [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: [http://www.dhservis.cz/dalsi\\_1/lanc.htm](http://www.dhservis.cz/dalsi_1/lanc.htm)
- [3] CzechDUINO.cz. *Co je to Arduino?* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <http://czechduino.cz/?co-je-to-arduino,29>
- [4] Arduino. *Arduino-Introduction* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [5] MARGOLIS, Michael. *Arduino cookbook*. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly, c2012. ISBN 978-1-449-31387-6.
- [6] Sparkfun Electronics. *Pro Micro & Fio V3 Hookup Guide* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/pro-micro-fio-v3-hookup-guide/hardware-overview-pro-micro>
- [7] PostavRobota. *Micro ATmega32u4 5V 16Mhz - Arduino kompatibilní* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.postavrobota.cz/Micro-ATmega32u4-5V-16Mhz-Arduino-kompatibilni-d181.htm>
- [8] Arduino.cz. *Arduino IDE* [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://arduino.cz/arduino-ide/>
- [9] Inventorblog. *Autodesk Inventor* [online]. [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.inventor3dblog.cz/inventor/>
- [10] Cadstudio. *Autodesk Inventor Professional 2020* [online]. [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.cadstudio.cz/inventor>
- [11] 3D-tisk.cz. *Simplify3D: Vyplatí se placená aplikace pro přípravu stolního 3D tisku?* [online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.3d-tisk.cz/simplify3d-vyplati-se-placena-aplikace-pro-pripravu-stolniho-3d-tisku-recenze/>
- [12] AliExpress. *10 PIN to Svideo AV RCA Digital Camera Camcorder Cable for Sony DV* [online]. [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: <https://www.aliexpress.com/item/Digital-Camera-Camcorder-RCA-AV-Video-Cable-for-Sony/469664589.html>
- [13] Studio1productions. *Sony 10 pin "D" Connector Pinout* [online]. [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: <https://www.studio1productions.com/Articles/sony-pinout.htm>

- [14] Control Your Camera. *Arduino powered simple LANC remote* [online]. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <http://controlyourcamera.blogspot.com/2011/02/arduino-powered-lanc-remote.html>
- [15] PROKOP, Daniel. *Ovládání digitální kamery pomocí LANC a Sony proprietárního AV/R rozhraní*. Ostrava, 2015 [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <https://dspace.vsb.cz/handle/10084/108849>. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Fakulta elektrotechniky a informatiky. Vedoucí práce Ing. Jan Skapa, Ph.D.

## Seznam příloh

**Příloha I:** Zdrojový kód obou částí ovládání (v elektronické podobě na CD)

**Příloha II:** Ochranné kryty obou částí ovládání v formátu .ipt (v elektronické podobě na CD)

**Příloha III:** Ochranné kryty obou částí ovládání v formátu .stl (v elektronické podobě na CD)